

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-275562

(43) 公開日 平成6年(1994)9月30日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 21/302

21/205

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 9277-4M

H 9277-4M

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-65609

(22) 出願日 平成5年(1993)3月24日

(71) 出願人 000220974

東芝イーエムアイ株式会社

東京都港区赤坂2丁目2番17号

(72) 発明者 柿沼 敬二

静岡県御殿場市保土沢985-1 東芝イー

エムアイ株式会社御殿場工場内

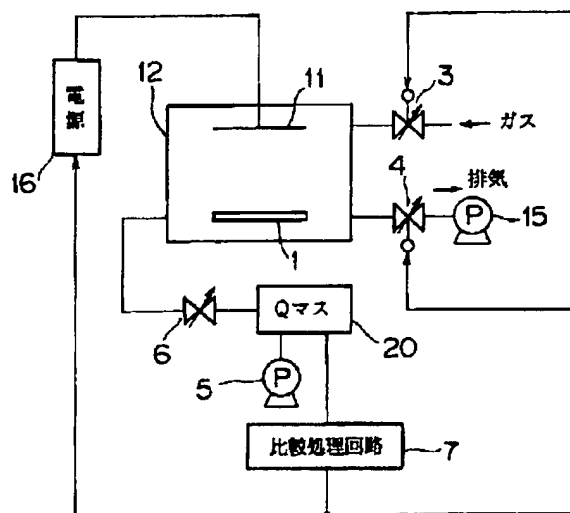
(74) 代理人 弁理士 瀧野 秀雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【目的】 アッシングやその他のプラズマ処理において、その処理をリアルタイムに監視し、常に最適なプラズマ処理条件が得られるプラズマ処理装置の提供を目的とする。

【構成】 内部にプラズマ発生装置11を有するとともに、プラズマ化するガスを内部に供給するためのガス供給バルブ3及び内部のガスを排気する排気バルブ4とを備えたプラズマ処理チャンバー12を有する。このチャンバー12の内部と連通し、差動排気機構5、6を有する質量分析器20がチャンバー12に接続されている。比較処理回路7により、質量分析器20で分析された数値を時間的な比較によって演算して、チャンバー内のプラズマ処理パラメータであるガス流量、チャンバー内の圧力等を制御する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部にプラズマ発生装置を有するとともに、プラズマ化するガスを内部に供給するためのガス供給バルブ及び内部のガスを排気する排気バルブとを備えたプラズマ処理チャンパーと、

差動排気機構を有し前記プラズマ処理チャンパーの内部と連通した質量分析器と、

該質量分析器で分析された数値を時間的な比較によって演算して、チャンパー内のプラズマ処理パラメータであるガス流量、チャンパー内の圧力等を制御するため、前記ガス供給バルブ、排気バルブ及び電源を制御する比較処理回路とを備えたことを特徴とするプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 ウエハー上などに残っているフォトリジストのアッシング（灰化）処理や、真空成膜のための基板の前処理あるいは表面改質などを行うためのプラズマ処理装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、例えばウエハー等の基板に残っているフォトリジストの除去処理をおこなうには、酸、アルカリ等の溶剤で溶かすウェット処理や酸素プラズマ等でアッシング（灰化）するドライ処理等が用いられているが、近年は環境問題等を考慮してドライ処理が主流になってきている。

【0003】 ところで、上記フォトリジストをアッシングする処理は、一般に図4に示すようなプラズマ処理装置が用いられている。この装置は、図に示すように、内部にプラズマ発生装置11を有するプロセスチャンパー12が主たる構成となっており、該チャンパー12には内部に酸素等のガスを導入するためのガス供給バルブ13及び内部のガスを排気する排気バルブ14とが備えられている。これらバルブ13、14には、それぞれガスポンプと真空ポンプ15とが取付けられるようになっており、バルブ13、14を手動調節することで、チャンパー12内への導入ガスの量を定めるとともに、真空ポンプ15の吸引による排気量をコントロールしてチャンパー12内のガス圧力を調整している。

【0004】 このチャンパー12に電源16を接続して、内部にアッシング処理をする基板1を配置し、真空ポンプ15でチャンパー12内の空気を抜くとともにO<sub>2</sub>ガスを供給して、所定時間電源をオンすると、チャンパー12内部にO<sub>2</sub>プラズマが発生する。基板1面に形成されている有機物からなるレジストは、O<sub>2</sub>プラズマによってCO<sub>2</sub>やH<sub>2</sub>Oに灰化させることができ、これらのガスを排気口14から排気するようにしている。また、アッシング処理時間は、通常、フォトリジストの厚さや供給ガスの濃度等から経験的にタイマー設定しているが、フォトリジストがまだ基板に残存しているかどうか

かについて知る方法は、ガスモノクロ・メータを排気口に設置して、レジストが存在することでプラズマ中で生成するCO<sub>2</sub>ガスの特定波長の吸収量を測定して、アッシングのエンド・ポイント（終了点）を見い出すようにしている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、この方法ではウエハー等の基板に対する前処理やアッシングが常に最適条件であるか否かを把握することが出来ず、場合によっては、プラズマの作用により基板に対して微細な凹凸の形成や酸化等の物理・化学的なダメージを与える結果となる場合があった。

【0006】 本発明は、アッシングやその他のプラズマ処理において、その処理をリアルタイムに監視し、常に最適なプラズマ処理条件が得られるプラズマ処理装置の提供を目的としている。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明に係るプラズマ処理装置は、内部にプラズマ発生装置を有するとともに、プラズマ化するガスを内部に供給するためのガス供給バルブ及び内部のガスを排気する排気バルブとを備えたプラズマ処理チャンパーと、差動排気機構を有し前記プラズマ処理チャンパーの内部と連通した質量分析器と、該質量分析器で分析された数値を時間的な比較によって演算して、チャンパー内のプラズマ処理パラメータであるガス流量、チャンパー内の圧力等を制御するため、前記ガス供給バルブ、排気バルブ及び電源を制御する比較処理回路とを備えたことを特徴としている。

## 【0008】

【作用】 上述のように構成されているので、処理チャンパーよりも低い圧力に排気した、所謂、差動排気を有した質量分析器（Qマス）によって処理チャンパー内で生成している物質を、その基板やレジスト等の材料に応じて選択し、リアルタイムな監視をおこない、その変動を時間的な比較によって演算処理し、プラズマ処理のパラメータであるガスの流量、処理チャンパーの圧力、印加する電力、及び時間を制御して安定したプラズマ処理を再現良く提供する。

## 【0009】

【実施例】 以下、本発明の実施例について説明する。図1には、本発明のプラズマ処理装置の一例がブロック図で示されている。なお、従来の技術の項で説明したものと同一または相当する部分には同一符号を付す。図に示すように、本実施例によるプラズマ処理装置が従来のものと異なる部分は、先ず第1に、プラズマ処理チャンパー12の室内と連通する構成でQマス（質量分析器）20を設けた点にある。

【0010】 Qマス20は、図2に示すようなセンサ21を有しており、該センサ21はイオンソース、四重極フィルタ、イオンコレクタ等で構成されている。イオン

ソースは2本のフィラメント22、電子リペラー23、イオン化室24及びその他の電極25からなり、フィラメント22から放出された電子はフィラメント・イオン化室間電圧で加速され、数回往復運動をくり返して、やがてはイオン化室24に入射しエミッション電流となる。電子が運動している間に、イオンソース内に導入されたガス分子と衝突すると、その分子のイオンが生成され、このイオン分子は電極によりイオン化室24から引き出されて集束されて四重極フィルタに入射する。

【0011】四重極フィルタは、平行に組み立てられた4本のロッド26で構成されており、これら4本のロッド26の相対する2本の電極は結線されており、一方の組には正のDC電圧とそれに重畳するRF電圧を、他の組には丁度反対の負のDC電圧と先程のRF電圧と位相が180°ずれたRF電圧が印加される。このRFとDC電圧の比を調整することで、四重極フィルタを通過することのできるイオンの質量数を決めることができ、また通過する質量数は電圧に比例するので、電圧を直線的に掃引すれば、質量数が等間隔に並ぶマススペクトルが得られることになる。

【0012】イオンコレクタにはファラディカップ27が用いられており、四重極フィルタを通過したイオンはファラディカップ27に入射し、これによるイオン電流は増幅されて質量スペクトルの形で出てくる。

【0013】なお、Qマス20には、センサ21の他にヘッドユニットやコントロールユニットが備えられていて、イオンソースへの電圧供給や四重極フィルタへの印加電圧の直線的な掃引、およびイオンコレクタで検出したイオンの量等を記録表示することができる。

【0014】また、本装置のQマス20には、図1に示すように、真空ポンプ5が取付けられているとともに、Qマス20とプラズマ処理チャンパー12の室内と連通路にはバルブ6が配置されており、このバルブ6と真空ポンプ5の操作により、Qマス20内をプラズマ処理チャンパー12内より減圧して、チャンパー12内のガスをQマス20内の導き入れるように差動排気機構となっている。

【0015】また、Qマス20には比較処理回路7が電氣的に接続されており、該比較処理回路7はCPUを有していて、Qマス20により分析されたイオンの状態をリアルタイムな監視をおこない、その変動を時間的な比較によって演算処理する。

【0016】また、本実施例では従来例で説明したガス供給バルブや排気バルブの代わりに電磁弁を備えたガス供給バルブ3と排気バルブ4とを用いており、前記比較処理回路7によって演算されたデータによって、これらバルブ3、4を制御してプラズマ処理のパラメータであるガスの流量、処理チャンパーの圧力をコントロールするとともに、印加する電力、及び時間を制御して安定したプラズマ処理をおこなう。

【0017】次に、実際のプラズマ処理を行う。ガラス基板にフォトレジスト（シュプレー社製MP-1400S）を膜厚1400Å塗布したもののアッシング処理を、プラズマ処理チャンパー12としてオーク製作所の「disk lamp」（放電電極と電源）により処理し、Qマスによって得たデータを以下の表1に示す。（但し、He：170sccm、O<sub>2</sub>：680sccm、圧力40Pa、1kV、1.3Aで処理する。）

【0018】

【表1】

処理時間 (sec)	処理前	1	10	20	30	60	75	90	120	150
M/e : 28	63	66	117	118	120	129	132	131	81	80
M/e : 29	1.5	1.7	2.2	2.5	2.5	3	3	2.5	2	2
M/e : 30	2.5	3	3	3	3	3	3	3	3	3
M/e : 33	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
M/e : 34	8.5	8.5	8.2	8	8	8	8	8	8	8
接触角 (deg)	69.5				12.8	11.8		1.0以下	2.9	9.2

変化の殆どない $M/e:33$ や $34$ を基準として $28$ のピークを観察することでエンド・ポイントが察知できることを示している。なお、 $M/e$ は質量 $M$ と電荷 $e$ の比である。 $M/e:28$ について、 $1\text{sec}$ 毎に前後の量を相対的に比較してグラフに描くと、概ね図3に示すようなカーブとなる。このカーブの下降する位置における変曲点は処理開始後 $90\text{sec} \sim 120\text{sec}$ に存在する。表1からも明らかなように $120\text{sec} \sim 150\text{sec}$ では変化がないので、処理開始後 $90\text{sec} \sim 120\text{sec}$ がエンド・ポイントとなり、処理が終了したことになる。比較処理回路7は、このグラフのカーブを観察して、A領域のようにレジストと $\text{O}_2$ ガスとが活発に反応している時には、ガスの供給バルブ3を制御してガス供給量を増やし処理効果を高め、 $M/e$ の強度が小さくなってきた時にはガス供給量を減少させるとともに、電源16を制御してプラズマ発生装置11に対する印加電力を下げ、過度の処理による基板のダメージがおこらないよう\*

\*にしている。

【0020】そして、上記エンド・ポイントになると、電源16をOFFさせるとともに、ガス供給バルブ3を閉止し、更に排気バルブ4を制御してチャンパー12内のガスを抜きとり、かつ内部を大気に戻す。なお、各処理時間のうち、一部の該当する基板（ガラス）を取り出し、水との接触角を測定すると、表1に示すようになる。 $90\text{sec}$ 付近で一番接触角が小さくなって、ガラス面の濡れが最も向上することが分かり、処理のエンド・ポイントと一致することが分かる。

【0021】次に、PMMA基板（クラレ製H1000B）を同様の機器で処理した結果を以下の表2に示す。なお、これはPMMA基板にA1を密着よくスパッタするためのArによる前処理である。（He: $3000\text{scm}$ 、圧力 $100\text{Pa}$ 、 $1.6\text{kV}$ 、 $250\text{mA}$ で処理する。）

【0022】

【表2】

処理時間 (sec)	処理前	1	5	7	10	15	20	30	60
$M/e:14$	3.2	3.5	4.1	4.2	4.3	4.3	4	4	3.8
$M/e:15$	1.2	1.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.2	2.1	1.8
$M/e:16$	24	24	26	26	27	28	26	24	23
$M/e:20$	7	7	7	7	7	7	7	7	7
$M/e:26$	3	3	3	3	3	3	3	3	3
$M/e:27$	2	2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
$M/e:28$	54	69	172	177	179	180	146	127	107
$M/e:29$	2	2	4	4	4	4	4	4	3
$M/e:30$	0.5	0.7	1	1.2	1.1	1	1	1	1
$M/e:32$	3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.2	3.1
接触角 (deg)	67.7		61.2		51.8		42.9		43.3

【0023】この例も、処理の前後でマスのピークの変化の殆どない $M/e:20$ や $26$ を基準にして $M/e:14$ 、 $15$ 、 $16$ 、 $28$ を観察することで、エンド・ポイントが $30\text{sec} \sim 60\text{sec}$ にあることがわかり、PMMA基板の超過処理を未然に防ぐことができる。この場合にも、比較処理回路7により最適な処理がおこなわれるように制御されている。なお、表の各 $M/e$ の時間に対する数値はマス（分析）チャートの相対的ピーク値を示す。また、 $M/e$ のイオンは、

$M/e:14 \cdots \text{CH}_2^+$ 、 $\text{CO}^{2+}$

$M/e:15 \cdots \text{CH}_3^+$

$M/e:16 \cdots \text{CH}_4^+$ 、 $\text{O}^+$

$M/e:20 \cdots \text{Ar}^{2+}$

$M/e:28 \cdots \text{CO}^+$

であり、 $M/e:14$ 、 $15$ 、 $16$ はPMMAの分解物

で、 $M/e:28$ はレジストの灰化物である。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、アッシングやその他のプラズマ処理において、その処理をリアルタイムに監視し、常に最適なプラズマ処理条件が得られるように制御しているので、接触角に示すように最小値で処理を再現良く終了することができ、処理効果を常に一定にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例のブロック図である。

【図2】Qマスのセンサ部分を説明する図である。

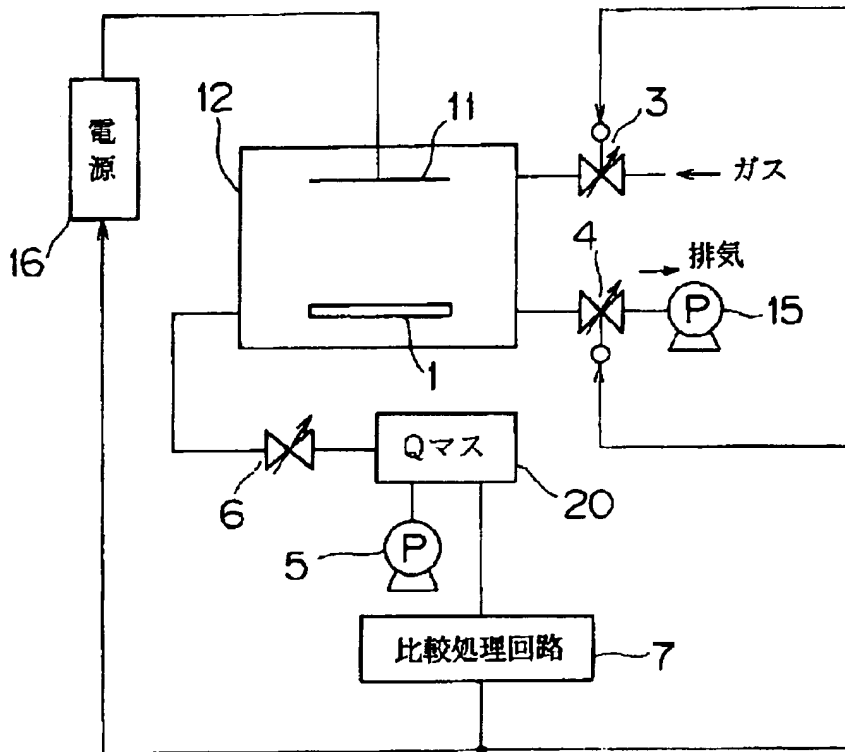
【図3】 $M/e:28$ について、 $1\text{sec}$ 毎に前後の量を相対的に比較して描いたグラフである。

【図4】従来のプラズマ処理装置のブロック図である。

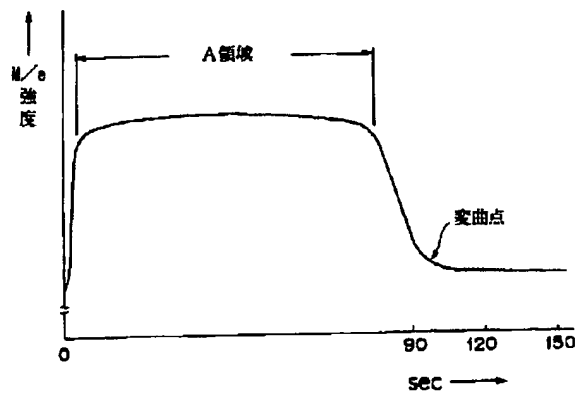
【符号の説明】

- |   |         |    |             |
|---|---------|----|-------------|
| 1 | 基板      | 11 | プラズマ発生装置    |
| 3 | ガス供給バルブ | 12 | プラズマ処理チャンバー |
| 4 | 排気バルブ   | 15 | 真空ポンプ       |
| 5 | 真空ポンプ   | 16 | 電源          |
| 6 | バルブ     | 20 | Qマス         |
| 7 | 比較処理回路  |    |             |

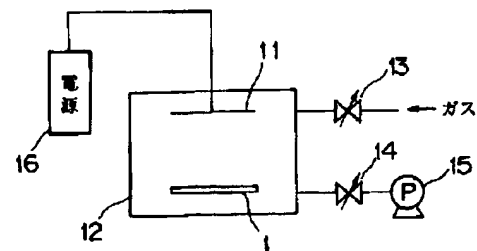
【図1】



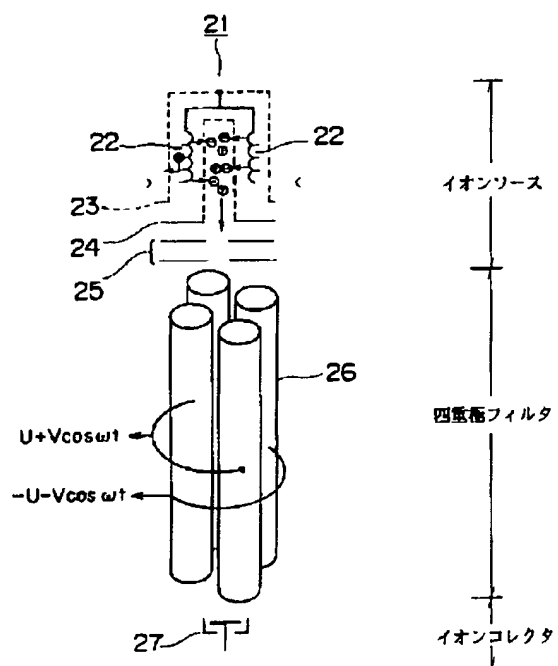
【図3】



【図4】



【図2】





INVESTOR IN PEOPLE

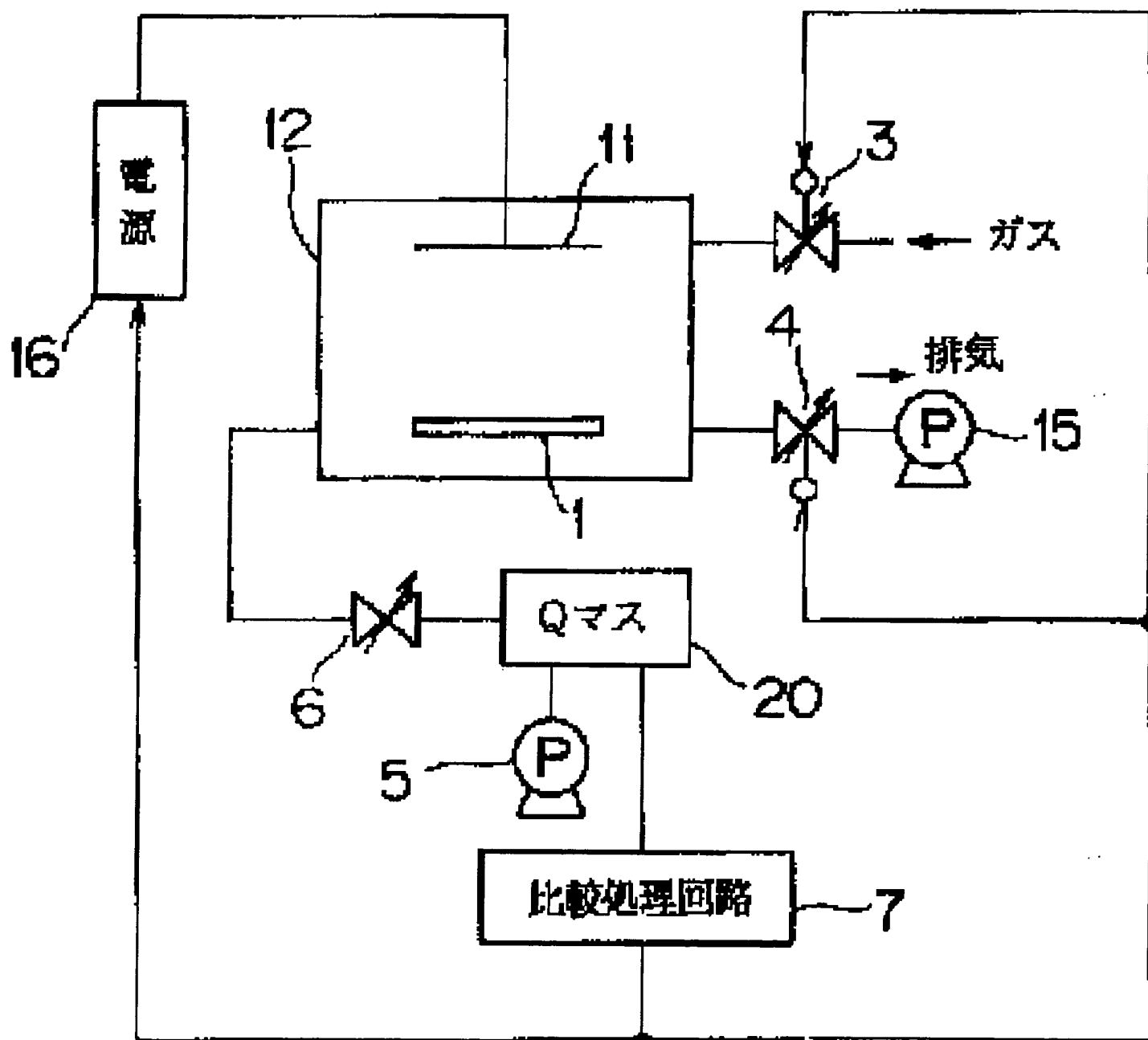
PN - JP6275562 A 19940930  
PA - TOSHIBA EMI KK  
PD - 1994-09-30  
PR - JP19930065609 19930324  
OPD - 1993-03-24  
TI - PLASMA TREATING DEVICE  
IN - KAKINUMA KEIJI  
IC - H01L21/302 ; H01L21/205

© WPI / DERWENT

PN - JP6275562 A 19940930 DW199444 H01L21/302 006pp  
PA - (ELEM ) TOSHIBA EMI KK  
TI - Plasma processing appts for ash processing of photo-resist - has comparison processing circuit which controls gas supply valve, exhaust valve, and power source in order to control numerical value analysed by mass spectrometer and time comparison of gas flow rates NoAbstract  
PR - JP19930065609 19930324  
IC - H01L21/205 ;H01L21/302  
AB - J06275562  
- (Dwg.1/4)  
OPD - 1993-03-24  
AN - 1994-352532 [44]

© PAJ / JPO

PN - JP6275562 A 19940930  
PA - TOSHIBA EMI LTD  
PD - 1994-09-30  
AP - JP19930065609 19930324  
IN - KAKINUMA KEIJI  
TI - PLASMA TREATING DEVICE  
AB - PURPOSE:To always obtain the optimum plasma treating condition during the course of ashing or another plasma treatment by monitoring the treatment in real time.  
- CONSTITUTION:The title device has a plasma treatment chamber 12 incorporating a plasma generating device 11 and equipped with a gas supplying valve 3 for supplying a gas to be used for generating plasma and exhaust valve 4 for discharging exhaust gases. A mass analyzer 20 which is communicated with the chamber 12 and equipped with differential exhaust mechanisms 5 and 6 is connected to the chamber 12. A comparing and processing circuit 7 performs arithmetic operations on numerical values obtained by the analyzer 20 by comparing hourly changing numerical values with each other and controls the flow rate of the gas, pressure in the chamber 12, etc., which are the plasma treatment parameters in the chamber.  
I - H01L21/302 ;H01L21/205





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**